



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 62232171 A -

(43) Date of publication of application: 12.10.87

(51) Int. Cl.

H01L 29/84

G01P 15/12

(21) Application number: 61074164

(22) Date of filing: 02.04.86

(71) Applicant: NISSAN MOTOR CO LTD

(72) Inventor: NOJIRI HIDETOMO

(54) SEMICONDUCTOR ACCELERATION SENSOR

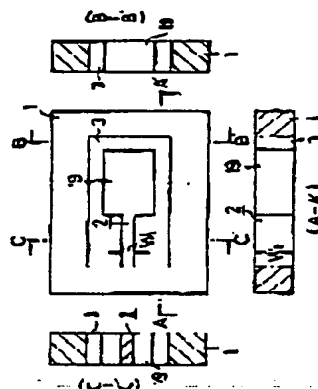
(57) Abstract

PURPOSE: To set the width of a cantilever in the vicinity of a supporting part, which gives large effects on the characteristics of a semiconductor acceleration sensor in correspondence with a mask shape in etching, by making the width of the cantilever in the vicinity of the supporting part, which is formed in a semiconductor substrate, smaller than the thickness of the semiconductor substrate.

CONSTITUTION: A groove 3, which penetrates a semiconductor substrate from its upper surface to lower surface, is provided in the Si semiconductor substrate 1 with this groove 3, a cantilever 2, which is separated from the outer semiconductor substrate, is formed at a part other than the vicinity of a supporting part. The width W_1 of the cantilever 2 in the vicinity of the supporting part, i.e., the size of the cantilever in the horizontal direction with respect to the plane of the Si semiconductor substrate 1, is set so that W_1 is smaller than the size W_2 of the Si semiconductor substrate 1 in the thickness direction. Therefore, the cantilever 2 is not displaced by acceleration in the direction orthogonal to the plane of the Si semiconductor substrate 1, but displaced by acceleration

in the direction horizontal to the plane. By providing a means for detecting the displacement, the acceleration in the direction horizontal to the plane of the Si semiconductor substrate can be detected.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-232171

⑬ Int. Cl.

H 01 L 29/84
G 01 P 15/12

識別記号

片内整理番号

A-6819-5F
8203-2F

⑭ 公開 昭和62年(1987)10月12日

審査請求 不請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 半導体加速度センサ

⑯ 特 願 昭61-74164

⑰ 出 願 昭61(1986)4月2日

発 明 者 野 所 泰 智 横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
 発 願 人 日産自動車株式会社 横浜市神奈川区宝町2番地
 代 理 人 弁理士 中村 純之助

明 細 書

1. 発明の名称 半導体加速度センサ

2. 特許請求の範囲

半導体基板内に設けられた片持梁の変位を検出することによって印加された加速度を検出する半導体加速度センサにおいて、半導体基板内に、該半導体基板の上面から下面まで貫通する溝によって支持部を隔てて外部と仕切られた片持梁を形成し、かつ、上記片持梁の支持部付近の面すなわち半導体基板の面に水平な方向の寸法を、半導体基板の面に垂直な方向の寸法より小さな値にすることにより、上記半導体基板の面に水平な方向の加速度によって変位する片持梁を形成したことを特徴とする半導体加速度センサ。

3. 発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、片持梁構造を有する半導体加速度センサに関するものである。

(従来技術)

従来の半導体加速度センサとしては、例えば、アイイーイーイー トランザクションズ オン エレクトロン デバイセス (IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Vol. ED-26, No. 12, DEC 1979, p. 1911) に記載されているものがある。

第1図は、上記の半導体加速度センサを示す図であり、(A)は断面図、(B)は平面図である。

第1図の発明は、S1半導体基板31を上下両方向からエッチングすることによって図35の部分を除去し、この図35によって外部と仕切られた片持梁32を形成したものである。

なお、片持梁32の先端部には、重り部36が設けられており、また、片持梁32の支持部付近の厚さ(半導体基板の面に垂直な方向の寸法)は、やはりエッチングによって他の部分より薄くなるように形成され、これによって半導体基板の厚さ方向(面に垂直な方向)の加速度に応じて変位するようになっている。

また、上記の面に垂直な方向の加速度による片持梁32の変位を検出するために、片持梁32の支持

特開昭62-202171(2)

部付近に抵抗抵抗33が設けられており、加速度の印加による片持梁の変位を抵抗抵抗33のピエゾ抵抗新膜によって検出するように構成されている。

また、過度の衝撃によって片持梁32が折損するのを防止するため、S1半導体基板31の両面をガラスカバー34によって保護している。

次に、図7回は、上記図6図のごとき従来の半導体加速度センサの製造工程を示す図である。

まず、(A)において、(100)結晶面を表面とするn型のS1半導体基板31の両面に熱酸化法を用いて厚さ約1.5 μ mの酸化シリコン膜37を形成し、フォトリソグラフィと熱拡散処理を2回行なうことによってp型抵抗抵抗38と、高濃度p⁺抵抗抵抗39とを形成する。

次に、(B)において、フォトリソグラフィと真鍮箔貼付によって抵抗抵抗40を形成し、さらに化学気相成長法によってリングガラス膜41を形成する。

次に、(C)において、表面の所定領域の酸化シリコン膜37を除去し、これをマスクとしてKOH溶液による結晶面選択エッチング法によ

て、目標とする片持梁の厚さの約2倍の厚さになるまでS1半導体基板31をエッチングする。

次に、(D)において、表面の所定部分のリングガラス膜41と、酸化シリコン膜37とをエッチングによって除去し、これをマスクとしてKOH溶液を用いてS1半導体基板31の両面からエッチングを行ない、図35の部分を除くことによって片持梁32を形成する。

このとき、片持梁32の支持部付近の厚さもエッチングされて薄くなり、所望の厚さになる。

また、エッチングによって所定部分のリングガラス膜41を除去し、コンタクト孔42を形成する。

最後にS1半導体基板31の両面に、図示しないガラスカバーを取付けることにより、前記図6図のごとき半導体加速度センサが完成する。

(発明が解決しようとする問題点)

上記のごとき従来の半導体加速度センサにおいては、半導体基板の上下両方向からエッチングすることによって形成される片持梁の支持部付近の厚みを均一にするためには、エッチング後の組成

組成及び膜厚状態等のエッチング環境条件を一定に維持する必要があるが、半導体基板面下の全ての部分において、上記の諸条件を均一に維持することは極めて困難であるため、十分なエッチング精度を確保することが難しい。

そのため、均一な特性の半導体加速度センサを製造することが困難であるという問題があった。

また、従来の半導体加速度センサにおいては、半導体基板の面に垂直な方向に変位する片持梁しか形成することが出来なため、例えば、前後左右の2方向、すなわち、相互に垂直な2方向の加速度を検出したい場合には、図8図に示すごとく、取付け部材43を設け、2個の半導体加速度センサ44と45とをその片持梁の可動方向が互いに垂直となすように配設して測定する必要があるため、組立て及び実装方法が複雑となり、かつ大型化するという問題点があった。

さらに、従来の半導体加速度センサにおいては、片持梁構造を形成した後の半導体基板製造プロセス、あるいはガラスカバーを貼付するまでの組立

て実装プロセス中に発生する衝撃加速度によって片持梁が折損する可能性があるため、製造歩留が著しく低下するという問題があった。

本発明は、上記のごとき従来の技術の問題を解決するためになされたものであり、特性が均一で製造歩留がよく、しかも両軸方向の加速度を検出する構造を容易に実現することの出来る半導体加速度センサを提供することを目的とするものである。

(問題を解決するための手段)

上記の目的を達成するため、本発明においては、半導体基板内に該半導体基板の上側から下側まで貫通する凹部によって支持部を除いて外部と仕切られた片持梁を形成し、かつ、上記片持梁の支持部付近の幅(半導体基板の面に水平な方向の寸法)を、厚さ(面に垂直な方向の寸法)より小さくすることにより、半導体基板の面と水平な方向の加速度によって変位する片持梁を形成するように構成している。

(作用)

上記のように本発明の半導体加速度センサにお

特開昭62-232171(3)

いては、従来の半導体加速度センサの支持部付近の厚さ(半導体基板の面に垂直な方向の寸法)に相当するものが片持梁の支持部付近の幅、すなわち、半導体基板の面に水平な方向の寸法となるため、エッチングの際のマスクの形状によって寸法の制御に制約することが出来る。

例えば、一つの方法としては、CBrF₃等をエッチングガスとする反応性イオンエッチング法などのようにSi半導体基板の厚さ方向に対して傾いた力正を示すエッチング方法を用いることにより、片持梁の支持部付近の幅をマスクの寸法に正確に一致させることが出来る。また、他の方法としては、(110)面を有するSi半導体基板に結晶面選択エッチング法を用いて片持梁を形成することにより、(110)面と(111)面との結晶面選択性で決まる高い割合で片持梁の支持部付近の幅を設定することが出来る。

したがって、均一な特性の半導体加速度センサを形成することが可能になる。

また、本発明の半導体加速度センサにおいては、

第1図及び第2図において、Si半導体基板1には、エッチングによって半導体基板の上面から下面まで貫通する溝3が設けられており、この溝3によって支持部付近を離れて外部の半導体基板と仕切られた片持梁2が形成されている。

なお、片持梁2の支持部付近における幅W、すなわちSi半導体基板1の面と水平方向における梁の寸法は、Si半導体基板1の厚さ方向の寸法Wより小さくなるように設定されている。

そのため、片持梁2は、Si半導体基板1の面に垂直な方向の加速度に対しては変位せず、面に水平な方向の加速度に対して変位する。

したがって、上記の変位を検出する手段(詳細後述)を設けることにより、Si半導体基板1の面に水平な方向の加速度を検出することが出来る。

なお、10は片持梁の固定部である。

次に、第3図に基づいて、本発明の半導体加速度センサの製造工程を説明する。

なお、第3図は、製造工程中における半導体加速度センサの断面図、及び各部の平面図を示す。

半導体基板の面と水平な方向の加速度に感度を有するようになっているので、1つの半導体基板内に複数の半導体加速度センサをそれぞれ異なる方向の加速度に感度を有するように形成することにより、相互に垂直方向の加速度に感度を有するものや、あるいは更に複数の方向の加速度に感度を有する半導体加速度センサを1つの半導体基板に共通に形成することが可能となる。

更に、本発明の半導体加速度センサにおいては、片持梁の変位方向が半導体基板の面と水平な方向であるため、片持梁の変位方向の周囲が半導体基板によって囲まれる構造となっている。そのため片持梁が形成されると同時に片持梁の保護構造も形成されることになるので、片持梁形成以後の製造プロセス及び組立て工程プロセス中に加わる衝撃加速度によって片持梁が折損するおそれもなくなる。

【実施例】

第1図は本発明の斜視図、第2図は平面図及び断面図である。

まず、(A)において、n型のSi半導体基板1上に熱酸化法によって厚さ約700nmの酸化シリコン膜5を形成し、フォトリソエッチングによって所定の領域5の部分の酸化シリコン膜5を除去する。

次に、(B)において、例えばCBrF₃をエッチングガスとする反応性イオンエッチング法により、上記の酸化シリコン膜5をマスクとしてSi半導体基板1を上面から下面に通するまで除去し、溝11を形成する。

ついで、フォトリソエッチングと干渉物蒸着法により、p型不純物拡散層12及びチャネルMOGトランジスタのソース13とドレイン14を形成する。

次に、(C)において、フォトリソエッチングと熱酸化法によってゲート酸化膜15を形成し、さらに真空蒸着法によって絶縁膜16を形成し、また、例えば蒸気化学気相成長法によってリンガラス膜17を形成する。

次に、(D)において、フォトリソエッチングによってリンガラス膜17に片持梁のパターンを形成し、それをマスクとして、例えばCBrF₃をエッチン

特開昭62-232171(4)

ガスとする反応性イオンエッチング法により、S1半導体基板1を上側から下側に剥離するまで除去し、片持梁2を形成する。

最後にファットエッチングによって外部配線用コンタクト孔18を形成することにより、前記第1図のごとき半導体加速度センサが完成する。

なお、第3図(D)に示すごとく、片持梁の重り部19の両側面及びそれと対向する部分にはp型拡散層12が設けられている。

このp型拡散層12の重り部19の面に設けられている部分が駆動電極20となり、また、それと対向する面に設けられている部分が基板電極21となる。そして上記の駆動電極20と基板電極21との間に形成される静電容量の変化を検出することにより、片持梁2の歪位を検出することが出来る。

次に、第4図は上記の片持梁の歪位を検出する方法を説明する図である。

第4図において、片持梁の重り部19の質量をM、片持梁2の長さ(半導体基板の面に垂直な方向の寸法)をL、片持梁2の支持部付近の幅(半導体

基板の面に水平な方向の寸法)をb、片持梁の長さ(支持部から重り部19の重心までの長さ)をL、ヤング率をEとし、また、重り部19の側面に設けた駆動電極20とそれと対向する面に設けた基板電極21との間隔をd、重力の加速度をgとすれば駆動電極20と基板電極21との間の静電容量Cにおける1g当りの変位率 $\Delta C/C$ は下記(1)式で表わされる。

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{5 \pi M L^3}{4 d E b^3} \quad (1)$$

上記の(1)式において、例えば、重りの質量 $M = 2.43 \times 10^{-12}$ g、片持梁の長さ $L = 500 \mu\text{m}$ 、片持梁の支持部付近の幅 $b = 5 \mu\text{m}$ 、片持梁の長さ $L = 1000 \mu\text{m}$ 、両電極の間隔 $d = 10 \mu\text{m}$ とすれば、ヤング率 $E = 1.7 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2$ 、重力の加速度 $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ であるから、静電容量Cにおける1g当りの変位率は $\Delta C/C = 0.0025$ となる。

上記の容量変化を例えば、前記第1図及び第3図で示したごとくロチャネルMのストラップスタで構成される検出回路によって電気信号に変換す

来る。

【発明の効果】

以上説明したごとく、本発明においては、半導体基板に形成する片持梁の支持部付近の幅を半導体基板の厚さより小さくすることにより、半導体基板の側と水平な方向の加速度によって歪位する片持梁を形成するように構成しているので、半導体加速度センサの特性に大きな影響を及ぼす支持部付近の幅をエッチングにおけるマスク形状に応じて精密に設定することが出来る。

例えば、反応性イオンエッチング法を用いるか、あるいは(110)面を表面とするS1半導体基板に結晶面選択エッチング法を用いて、梁を形成することにより、エッチングの異方性あるいは結晶面選択性で決まる高い精度で片持梁の支持部付近の幅を設定することが出来る。

そのため、均一な特性の半導体加速度センサを容易に形成することが可能となる。

また、本発明においては、複数の片持梁をそれぞれ異なる方向が異なる方向となるように1つの半

ることにより、片持梁に印加された加速度を電気信号として検出することが出来る。

次に、第5図は、本発明の他の実施例図である。

第5図の実施例においては、1つのS1半導体基板22に2つの片持梁23及び24を形成した例を示す。

この2つの片持梁23及び24は、梁の可動方向が相互に垂直方向となるように配置してある。

したがって、相互に垂直な2方向の加速度を検出することが出来る。

なお、本発明においては、エッチング時のマスクパターンに応じて片持梁の可動方向を設定することが出来るから、種々の方向の加速度を検出する半導体センサを1つの半導体基板上に複数個容易に形成することが可能となる。

また、前記の実施例においては、反応性エッチング法を用いた場合について説明したが、エッチングのマスクパターンを適宜選択することにより、(100)結晶面を表面とするS1半導体基板を用いた結晶面選択エッチング法を用いることも出

特開昭62-232171(5)

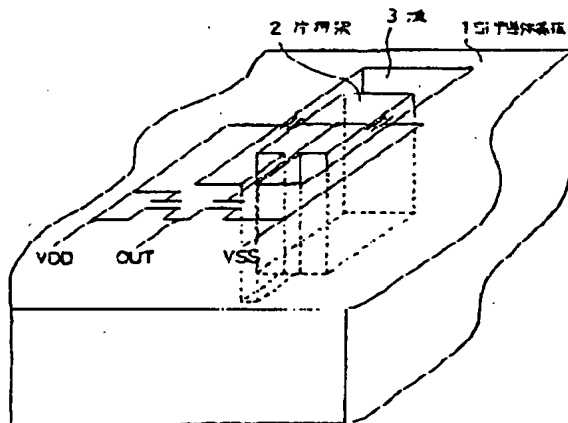
導体基板上に形成することが出来るので、例えば、相対に異なる方向の加速度を分離して検出することの出来る装置を容易に構成することが出来る。

また、片持梁の駆動方向の側面が半導体基板に面される構造となっているため、片持梁の形成と同時に保護構造も形成されることになり、片持梁形成以後の製造プロセス及び組立て実装プロセス中に加わる衝撃加速度によって片持梁が折損することを防止することが出来る。即ち多くの優れた効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の斜視図、第2図は本発明の一実施例の平面図及び断面図、第3図は本発明の一実施例の製造工程図、第4図は本発明における片持梁の変位を検出する方法の説明図、第5図は本発明の他の実施例図、第6図は従来装置の一例の断面図及び平面図、第7図は従来装置の製造工程図、第8図は従来装置の他の一例図である。

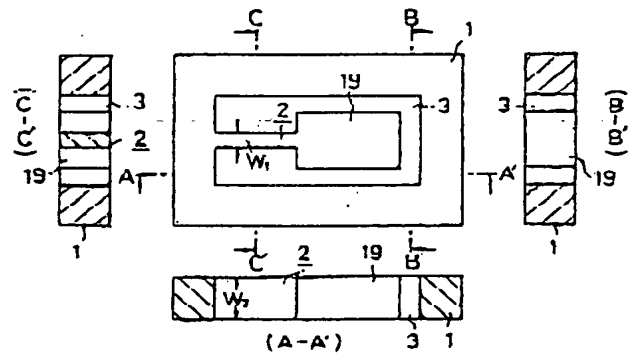
<符号の説明>



- 1 ... Si半導体基板
2 ... 片持梁
3 ... 塊
19 ... 片持梁の裏り部

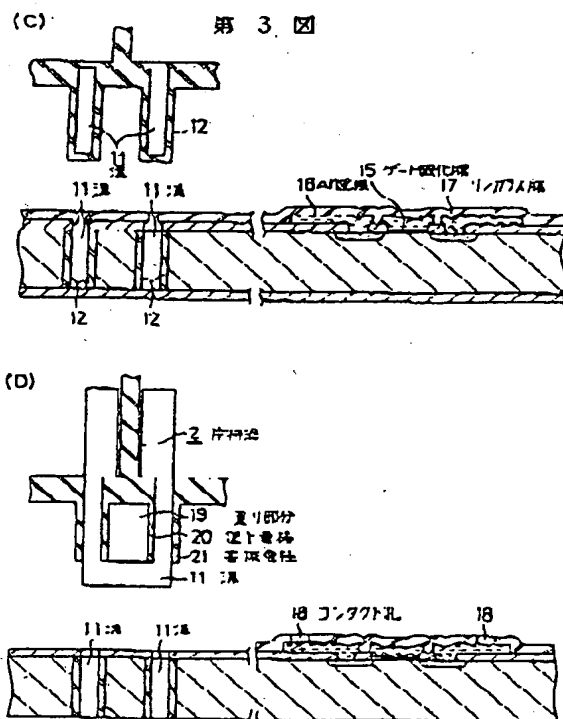
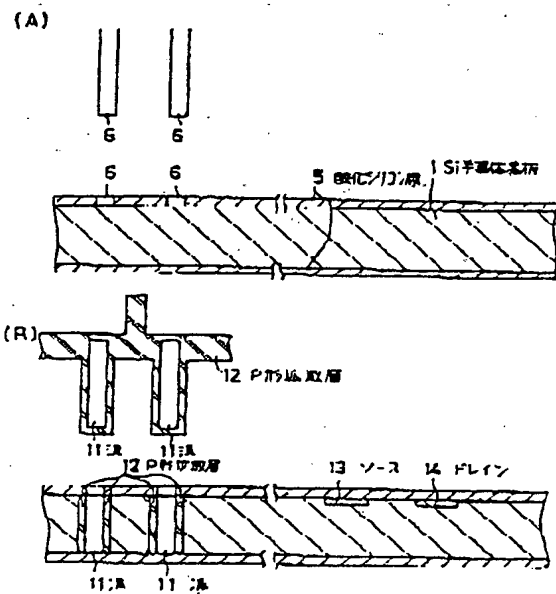
代理人弁護士 中村 隆之助

第2図

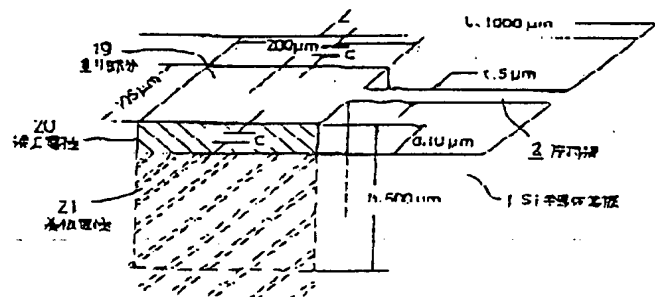


- 1 ... Si半導体基板
2 ... 片持梁
3 ... 塊
19 ... 片持梁の裏り部

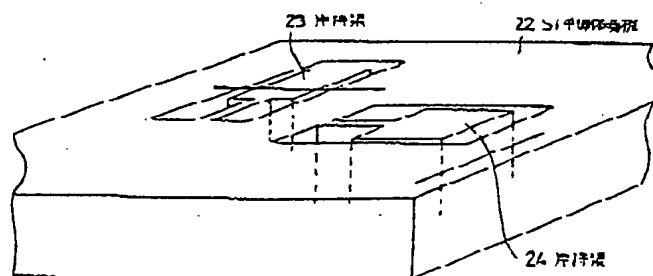
第 3 圖



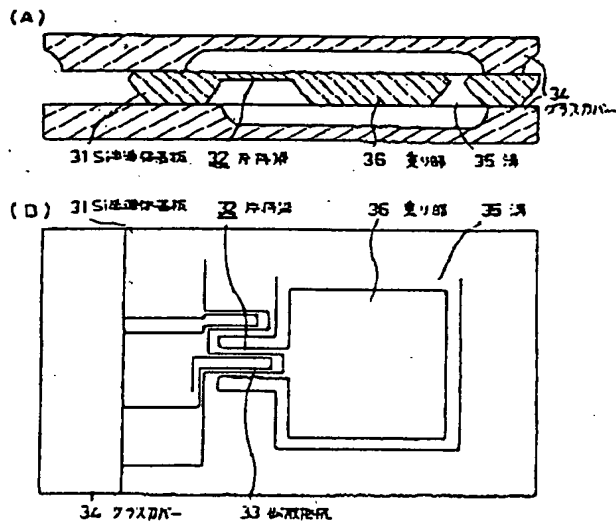
第 1 圖



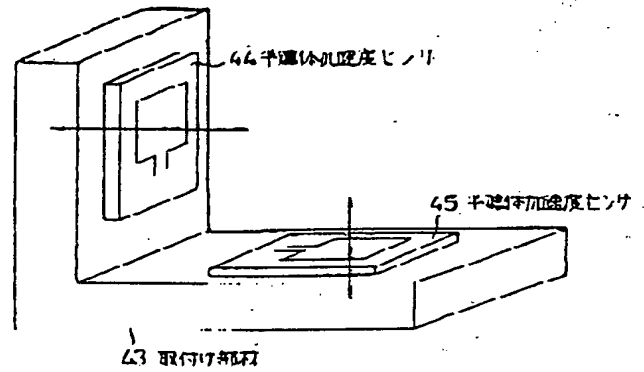
第 5 圖



第 6 図



第 8 図



第 7 図

